

# PERANAN REFRIGERATION DALAM PROSES-PROSES PEMISAHAN

Oleh : Ir. Rubahman \*)

## INTISARI

*Refrigeration merupakan utilitas yang harus ada dalam proses-proses pemisahan gas-gas dengan titik didih di bawah suhu kamar. Di Indonesia sudah cukup banyak industri dengan proses suhu rendah. Perlu diadakan studi yang mendalam dengan industri-industri yang telah ada, untuk kepentingan alih teknologi.*

### 1. PENDAHULUAN

Pemisahan gas-gas yang mempunyai titik didih rendah, di bawah suhu kamar, biasanya dijalankan dengan 2 cara :

- a. Cara penyerapan :  
Gas yang akan dipisahkan diserap dengan pelarut tertentu, kemudian gasnya dilepaskan dari pelarutnya dengan cara pemanasan.
- b. Cara pencairan :  
Campuran gasnya dicairkan dulu, kemudian dipisahkan dengan fraksionasi.

Kedua cara di atas mempunyai kelebihan sendiri-sendiri, misalnya cara penyerapan dapat dilakukan pada suhu kamar, sedangkan cara pencairan perlu refrigeration. Sekarang cara pencairan gas lebih banyak dipilih, karena biaya yang dikeluarkan lebih kecil, kecuali pemisahan  $\text{CO}_2$  dari campuran gas, masih tetap disukai dengan cara penyerapan MEA,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , dan lain-lain.

Yang menjadi masalah adalah bagaimana cara mencairkan gas-gas atau cara menciptakan suhu rendah dengan biaya murah.

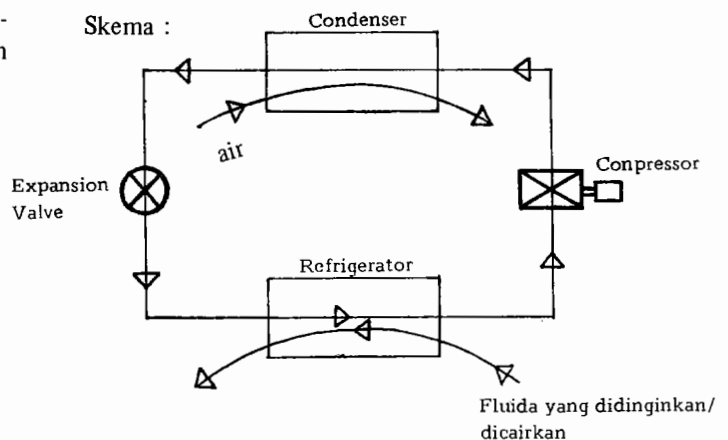
### 2. REFRIGERATION

Refrigeration (mesin pendingin) adalah suatu alat untuk membuat dan mempertahankan supaya suhu suatu ruangan tetap lebih rendah daripada sekeliling.

Bahan yang dipakai sebagai pembawa panas disebut refrigerant. Contoh refrigerant yang banyak dipakai misalnya : Freon (R-11), metan (R-50), etan (R-170), propan (R-290), n-butan (R-600), amoniak (R-717), etilen (R-1150), propilen (R-1270), dan lain-lain.

Refrigerant masuk ruangan yang didinginkan (refrigerator) berupa cairan yang tercampur sedikit uap, dan keluar berupa uap jenuh. Kemudian ditekan di dalam kompresor, dilanjutkan pendinginan di dalam cooler sampai menjadi cair jenuh dan diekspansikan dalam expansion valve menjadi cair campur uap, dan kembali masuk refrigerator.

Skema :



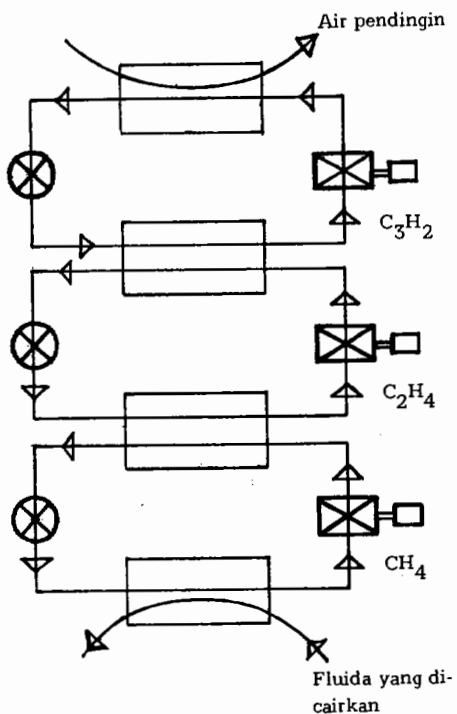
\*) Anggauta staf pengajar Jurusan Teknik Kimia FT-UGM.

Untuk refrigerant Freon, amoniak, propan, propilen dan butan, sebagai pendingin dapat menggunakan air atau udara pendingin. Tetapi untuk refrigerant metan, etan dan etilen; tidak dapat didinginkan dengan air atau udara pendingin, karena titik kritisnya yang rendah, maka harus menggunakan refrigerant lainnya sebagai pendingin.

3. REFRIGERATION BERTINGKAT ( CASCADE REFRIGERATION )

Suhu di dalam refrigerator sangat terbatas, karena tekanannya harus lebih besar dari tekanan atmosfer, untuk mencegah masuknya udara atau uap air, jika terjadi kebocoran. Maka untuk mencapai suhu sangat rendah dipakai refrigeration bertingkat. Terutama untuk proses-proses yang memerlukan suhu sampai lebih kecil dari  $-150^{\circ}\text{C}$ , yang disebut proses-proses kriogenik (cryogenic processes).

Skema :

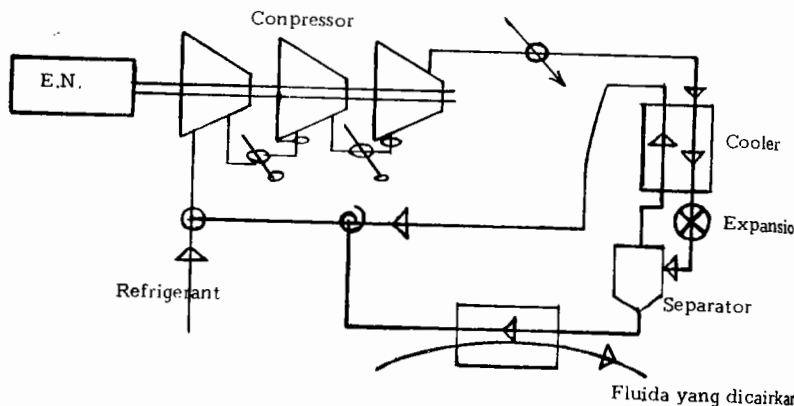


Dengan susunan seperti ini maka air merupakan pendingin propan, propan sebagai pendingin etilen dan etilen sebagai pendingin metan. Cascade refrigeration ini masih dapat disambung lagi dengan refrigeration yang menggunakan nitrogen atau hidrogen sebagai refrigerant.

4. PROSES PENCAIRAN JOULE-THOMSON

Proses pencairan Joule-Thomson dapat digunakan untuk memperoleh cairan dengan suhu rendah, yang dapat dipakai sebagai pendingin refrigerator seperti pada cascade refrigeration.

Skema :



Cara ini sekarang tidak dipakai secara besar-besaran, karena energi yang diperlukan jauh lebih besar dari cascade refrigeration. Maka cara ini hanya dipakai untuk unit-unit kecil.

5. REFRIGERANT CAMPURAN ( MIXED REFRIGERANT )

Akhir-akhir ini mulai banyak diteliti, dikembangkan dan dipakai mixed refrigerant, karena paling tidak dengan menggunakan mixed refrigerant dapat dicapai suhu yang rendahnya sama, dengan tingkat yang lebih sedikit.

Campuran yang dipakai adalah campuran refrigerant-refrigerant yang banyak dipakai, misalnya :

Campuran : metan, etan, etilen, propan dan propilen, banyak dipakai dalam industri etilen.  
Campuran : nitrogen, metan dan etilen, untuk industri LNG.

Campuran dapat mempunyai susunan sedemikian rupa sesuai suhu yang diinginkan. Suhu minimum yang dapat dicapai mendekati titik didih campuran, yang besarnya sangat dipengaruhi oleh komponen yang titik didihnya paling rendah.

Dengan menggunakan mixed refrigerant, power yang dipakai, investasi alat dan jumlah utilitas yang diperlukan lebih hemat, sehubungan dengan jumlah tingkat yang lebih sedikit.

## 6. PEMAKAIAN REFRIGERATION DALAM INDUSTRI

Sudah cukup banyak industri-industri di Indonesia yang menggunakan suhu rendah, baik dengan teknologi madya, maupun dengan teknologi maju. Misalnya dalam industri-industri :

- Pupuk (urea) : memakai refrigeration dengan suhu rendah dan rendah sekali (cryogenic processes), untuk pemisahan udara dan purge gas recovery unit.
- Oksigen : memakai cryogenic processes.
- LNG : memakai cryogenic processes.
- Minyak bumi : pembuatan LPG, dan lain-lainnya.
- dan lain-lain.

Masih banyak lagi industri-industri yang menggunakan suhu rendah yang telah ada di Indonesia dan untuk masa yang akan datang kiranya akan lebih banyak lagi.

## 7. EFISIENSI TERMODINAMIKA

Salah satu cara untuk menilai apakah alat-alat yang ada dalam suatu unit proses pencairan gas sudah cukup baik, dapat dilihat besarnya efisiensi termodinamika (Thermodynamic efficiency), untuk dibandingkan dengan unit-unit lainnya. Biasanya unit yang terlalu sederhana efisiensi termodinamikanya kecil, sedangkan unit yang lebih lengkap lebih besar. Tetapi untuk memilih mana yang paling baik harus dengan analisa ekonomi.

Cara menentukan efisiensi termodinamika terhadap proses-proses pencairan, disebut analisa termodinamika proses-proses, ialah dengan cara menghitung :

- $W_{\text{reversible}} = T_o \cdot \Delta S - \Delta H$   
di mana :  $T_o$  adalah suhu sekeliling  
 $\Delta S$  dan  $\Delta H$  : antara umpan dan produk.
- $W_{\text{lost}} = T_o \cdot \Delta S - Q$   
di mana :  $\Delta S$  : antara input dan output setiap alat.  
 $Q$  adalah panas yang masuk/keluar terhadap sekeliling.
- Thermodynamic efficiency =  $W_{\text{reversible}}/W_{\text{actual}}$
- Persentase  $W_{\text{lost}}$  terhadap  $W_{\text{actual}}$ .

Contoh hasil analisa termodinamika sebagai berikut :

	Unit pencairan CH <sub>4</sub> secara Joule-Thomson yang sederhana		Unit distilasi udara	
	cal/mol	%	cal/mol	%
1. $W_{\text{reversible}}$	254	6,5	83	3,8
2. $W_{\text{lost}}$ Kompresor	1 471	37,6	820	37,7
3. " HE	558	14,3	283	13,0
4. " expansion valve	1 628	41,6	—	—
5. " kolom	—	—	1000	45,5
$W_{\text{actual}}$	3 911	100,0	2186	100,0

## 8. KESIMPULAN

- Di Indonesia sudah cukup banyak pabrik-pabrik yang bekerja dengan suhu rendah dan rendah sekali (cryogenic process), baik dengan teknologi maju maupun teknologi madya.
- Perlu diadakan studi proses-proses di atas secara mendalam dalam rangka alih teknologi.
- Studi ini merupakan studi berbagai bidang teknik, misalnya tentang proses, bahan konstruksi, instrumen, pelumas, dan lain-lain.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Perry, R.H., and Chilton, C.H., "Chemical Engineer's Handbook", 5<sup>th</sup> ed., Mc. Graw-Hill Kogakusha Ltd., Tokyo, 1973.
2. Smith, J.M., and van Ness, C.H., "Chemical Engineering Thermodynamics", 2<sup>nd</sup> ed., Mc. Graw-Hill Kogakusha Ltd., 1959.